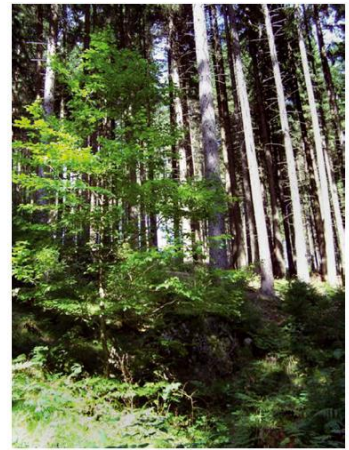




Bodenschutz und Holzernte





Vorwort

Bei der modernen Holzernte sind hoch spezialisierte Forstmaschinen heute unerlässlich. Der zunehmende Einsatz von leistungsfähigen und damit meist schweren Maschinen erhöht jedoch die Gefahr von Bodenschäden. Um diesem Gefahrenpotenzial entgegenzuwirken, muss beim Maschineneinsatz im Wald die Befahrbarkeit der Böden im Kontext mit der nachhaltigen Sicherung des Bodenschutzes betrachtet werden.

Die Thüringer Forstverwaltung ist auf Grund des Thüringer Waldgesetzes und des Bundesbodenschutzgesetzes zur bedarfsgerechten Walderschließung unter größtmöglicher Schonung von Landschaft, Boden und Bestand sowie zum Einsatz bodenschonender Verfahren verpflichtet. Bodenschonende Holznutzung und Holztransport sind deshalb Ziele der nachhaltigen Waldbewirtschaftung in Thüringen.

In einer Arbeitsgruppe der Thüringer Forstverwaltung wurde die vorliegende Veröffentlichung mit Hinweisen zum Bodenschutz, insbesondere zur Reduzierung von Befahrungsschäden bei der Waldbewirtschaftung, erarbeitet.

Neben der Definition und Quantifizierung von Bodenschäden sollen dem örtlichen Entscheidungsträger ausgewählte Aspekte der bodenschonenden Holzernte aufgezeigt und beispielhafte Alternativen bei der Technikanwendung vorgestellt werden.

Der Bodenschutz, die Holznutzung und die Erholungsfunktion der Wälder sind Bestandteile der multifunktionalen Waldbewirtschaftung. Nur durch besonnenen Technikeinsatz können die verschiedenen Funktionen des Waldes miteinander in Einklang gebracht werden. Der Inhalt der Broschüre gibt wichtige Anregungen für die Akteure vor Ort und soll besonders dabei helfen, Konflikte im touristischen Bereich zu vermeiden.

Dr. Volker Sklenar
Minister für Landwirtschaft,
Naturschutz und Umwelt



**Inhaltsverzeichnis**

I Definitionen	3
Feinerschließungsnetze	3
Bodenschäden	3
Technische Befahrbarkeit	3
Reaktion des Bodens	4
Ansprechen im Gelände	5
II Bestandeserschließung	6
Arbeitsfeldbreiten	6
Erkennen vorhandener Fahrspuren	7
Markierung	7
Gassen bei Kulturbegründung	8
Neuanlage von Rückegassen	9
III Waldbau und Waldarbeit	10
Pflegepfade	10
Eingriffsstärke	10
IV Arbeitsorganisation	11
Standortsbedingungen	11
Arbeitsblockbildung	11
V Technische Maßnahmen	12
Erhalt der Traktion	12
VI Überblick bodenschonender Holzernteverfahren	13
DVD „Holzernte..“: Tabelle mit Verfahren bis BHD 35 cm	14
DVD „Holzernte..“: Tabelle mit Verfahren über BHD 35 cm	16
VII Traktionshilfseilwinde	18
Einsatzspektrum	18
Anforderung an Erschließung	19
Verfahrensvarianten	20
VII Praxisbezug	21
Vorbereitung, Nachbereitung, Unterbrechung	21
Vertragliche Vereinbarungen	22
Ausfallzeiten und Mehrkosten	23
IX Fazit	24

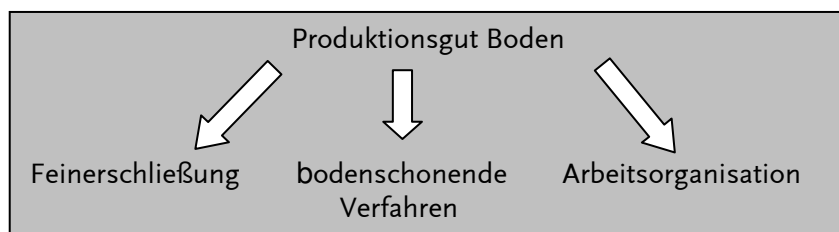


Definition 1

Ein umfassender **Vorsorgegedanke zum Erhalt aller Waldfunktionen** kann im Moment nur über permanente Feinerschließungssysteme und das Unterlassen unkontrollierter flächiger Befahrung realisiert werden.

Darüber hinaus ist eine sorgfältige **Auswahl der eingesetzten Technik** bzw. des angewandten Arbeitsverfahrens notwendig.

Auch die **Arbeitsorganisation** muss optimiert werden, um das wertvolle Produktionsgut „Boden“ zu schützen.



**permanente
Feinerschließungsnetze**

**Einsatz von
bodenschonenden
Arbeitsverfahren**

**optimale
Arbeitsorganisation**

Bestandes- (oder Fein-) erschließung ist Voraussetzung für eine effektive und pflegliche Waldwirtschaft und umfasst alle Maschinenwege, Rückegassen und Seillinien, auf denen der Transport eingeschlagenen Holzes zum Abfuhrweg erfolgt. Diese Wege bilden ein Netz, das permanent erhalten bleibt. Im Umkehrschluss gibt es zwischen diesen Erschließungslinien Arbeitsfelder, auf denen nicht gefahren werden darf, um dort die Produktionskraft des Bodens uneingeschränkt zu erhalten.

**permanente
Feinerschließungsnetze**

Bodenschäden im Bereich der Rückgasse definieren sich als der Verlust der Bodenfunktionen durch Beeinträchtigung der Bodenstruktur und -organismen infolge von Verdichtung. Auch nach einmaliger Überfahung bei geringer Bodenfeuchte sind solche **Schäden kaum vermeidbar**.

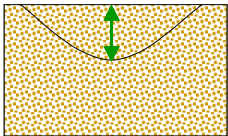
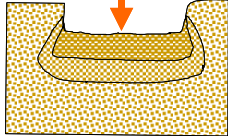
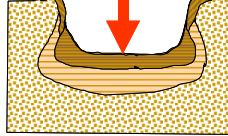
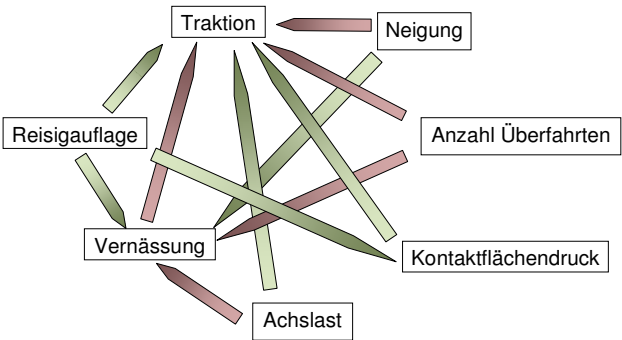
Bodenschäden

Technische Befahrbarkeit bedeutet den **Erhalt des permanenten Feinerschließungsnetzes über die Produktionszeit des Bestandes hinaus**. Ein Rückegassensystem, das auf Grund von Gleisbildung für derzeit verfügbare Maschinensysteme unzugänglich wurde, ist nicht mehr technisch befahrbar.

Technische Befahrbarkeit



Definition 2

<p>Reaktion des Bodens auf mechanische Belastung</p>	<p>Der Boden im Bereich der Fahrspur kann auf Befahrung unterschiedlich reagieren.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p>elastische Deformation</p>  <p>Skizze: C. Stuhlmann</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>plastische Deformation</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>plastische Deformation mit viskosem Fließen</p>  </div> </div>
<p>negative Einwirkung auf den Gassenboden</p> <p>Eigenschaft des Bodens</p>	<p>Die Beanspruchung einer Rückegasse steigt mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> - größerer Bodenfeuchte - Achslast - Anzahl der Überfahrten - stärkerer Neigung des Geländes - höherem Kontaktflächendruck der Maschine - fehlender Traktion - fehlender Reisigauflage <p>Die vorgenannten Stichpunkte wirken unterschiedlich stark in Abhängigkeit von:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bodenart und Bodentyp
<p>Alle Kriterien beeinflussen sich gegenseitig und wirken als Komplex!</p>	<div style="text-align: center;">  </div> <p>Für einen wirksamen Bodenschutz muss versucht werden, alle Variablen zu optimieren!</p>



Definition 3

I

Für die Ansprache im Einsatz, wann der **Verlust der technischen Befahrbarkeit** zu befürchten ist, eignet sich die folgende Faustformel:

Gleisbildung tolerierbar



Technische
Befahrbarkeit
uneingeschränkt
gegeben, solange
kein Schlupf
auftritt

Hinweis: Die Reifenhöhe einer Forstspezialmaschine entspricht ca. 30 cm.

Ansprache im Gelände

Spurentiefe 0-30 cm:

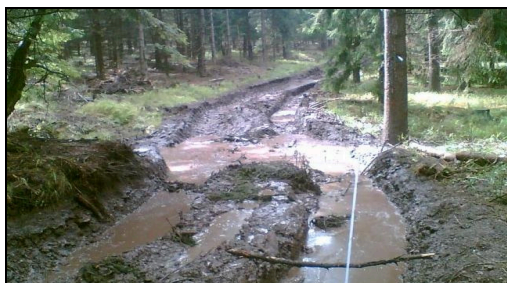
Gleisbildung kritisch



Technische
Befahrbarkeit
gefährdet, spätere
Überfahrten
werden
problematisch

Spurentiefe 30-60 cm:

Gleisbildung nicht vertretbar



Technische
Befahrbarkeit
nicht mehr
gegeben

Spurentiefe > 60 cm

Entstehen während des Einsatzes **auf 20 % der Gassen Gleise der zweiten Kategorie**, ist die Maßnahme zu **unterbrechen**.
Wenn mit **kritischer Gleisbildung zu rechnen** ist, wird die Maßnahme **nicht begonnen**.

Verhalten bei Gleisbildung



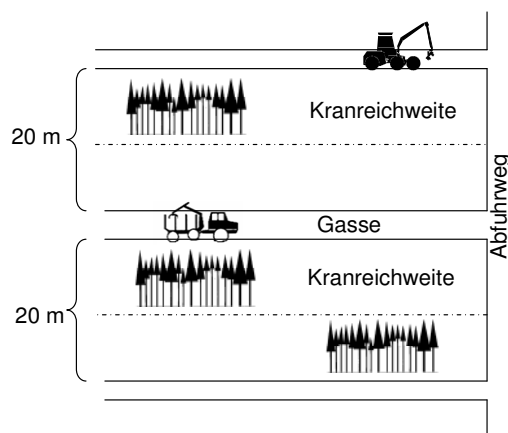
Bestandeserschließung 1

richtige Arbeitsfeldbreite wählen

20 m Arbeitsfeld

Die derzeitige Holzernte –Technologie verfügt über Kranreichweiten von 10 Metern. Den Gesetzen der Physik folgend ist eine deutliche Vergrößerung dieser Reichweiten nicht zu erwarten.

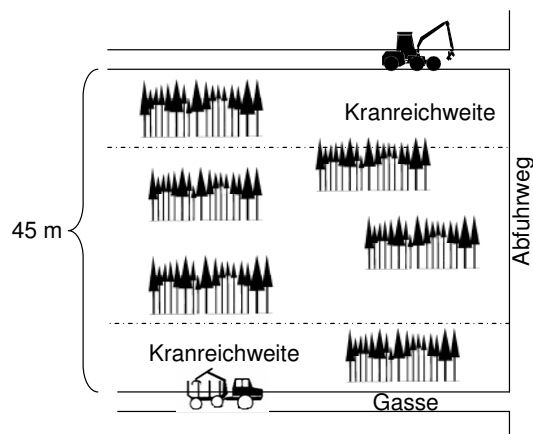
Die **Mindestbreite** eines Arbeitsfeldes ist demzufolge **20 m**, wenn die Holzernte ausschließlich hochmechanisiert erfolgt.



Den Vorteilen der **Bestandespfleglichkeit** und **niedrigen Holzerntekosten** steht eine Befahrung auf ca. 16 % der Produktionsfläche gegenüber. Kommt es bei dieser Erschließung zum Verlust der technischen Befahrbarkeit, sind die Möglichkeiten zur nochmaligen hochmechanisierten Holzernte vergeben.

45 m Arbeitsfeld

Auf besonders problematischen Standorten und bei Beständen mit geringen Eingriffsstärken kann es sich anbieten, ein Feinerschließungsnetz mit **45 m Arbeitsfeldbreite** zu wählen. Der Zwischenbereich wird über Zufällung oder Beiseilen in den Arbeitsbereich des Harvesters gebracht. Bei dieser Breite besteht die Option der Anlage eines engeren Netzes weiterhin.



Die **Schonung des Bodens** im Bereich der ausgesparten Gasse wird durch häufigere Überfahrten auf dem weiteren Netz erkauf.

Größere Gassenabstände führen zu **häufigeren Schäden** am verbleibenden Bestand.

keine 30 m Arbeitsfeldbreiten

Ein Erschließungssystem mit **30 m Arbeitsfeldbreite** vereint die Nachteile der vorgenannten Möglichkeiten und ist derzeit unbedingt zu **vermeiden**.



Bestandeserschließung 2

Die Entscheidung für das passende Feinerschließungsnetz muss nach gründlicher Abwägung der Gegebenheiten vor Ort erfolgen.

Sind **einzelne Fahrspuren** vorhanden, müssen diese in das Feinerschließungsnetz **integriert** werden. Eine schematische Neuanlage kann zum weiteren Verlust an Produktionsfläche führen.

vorhandene Fahrspuren integrieren

Alte **Überfahrlinien** sind nicht immer einfach zu **erkennen**. In Untersuchungen der Institute für Bodenkunde und Waldernährungslehre sowie Forstbenutzung und forstliche Arbeitswissenschaft der Uni Freiburg wurden folgende Hinweise auf bestehende Bodenverdichtung gefunden:

Vegetation

Winkelsegge; Rasenschmiele; Flatterbinse und Springkraut **weisen auf eine Verdichtung hin** - wo Eichen- und Buchenfarn wachsen, ist der **Boden locker**.

Zeigerpflanzen

Bodenveränderung

Dichte Lagerung **ohne Grobporen** und **Bleichzonen mit Rostflecken** (ähnlich Gley oder Pseudogley) deuten auf alte Fahrspuren hin.

Verfärbung

Um den dauerhaften Erhalt zu gewährleisten, ist die **verfahrensgerechte Anlage** und **dauerhafte Markierung** zu gewährleisten.



In vielen Fällen bietet sich eine dezente, nicht dauerhafte **Nummerierung der Gassen** für den Zeitraum des Einschlags an. Das erleichtert den Maschinenführern die klare Absprache bei der Schichtübergabe und vermeidet „Suchfahrten“ nach Holz durch den Bestand.



Die Markierung des Gassenverlaufs gehört zum Auszeichnen des Bestandes. Im Bild links eine Gasse, 5 Jahre nach dem Einschlag.

richtige Markierung



Bestandeserschließung 3

alte Gassen vor der
Kulturbegründung
markieren

Die Nutzung des Gassennetzes setzt sich auch beim **künstlichen Verjüngen** einer Bestandesfläche fort. Mit der Zielbaumart dürfen die Gassen daher nicht bepflanzt werden.

Um sie nach einem längeren Zeitraum wieder aufzufinden, müssen sie durch Pflöcke oder Bepflanzung kenntlich gemacht werden.



Markierung durch
Bepflanzung

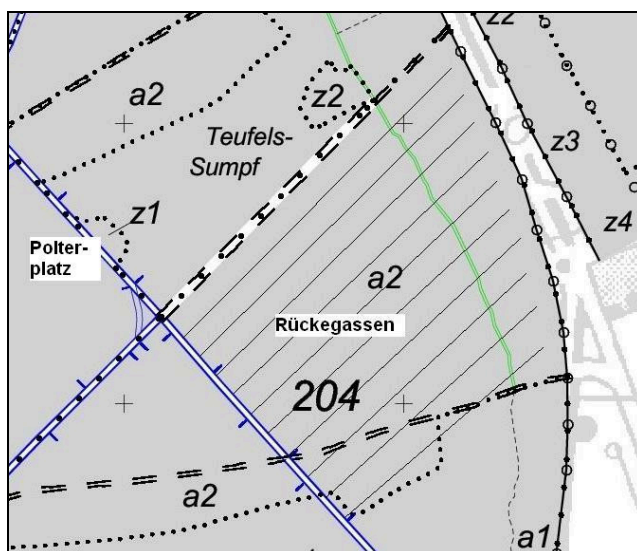
Für die Markierung mittels Bepflanzung auf Freiflächen eignen sich schnell wachsende Gehölze, die zur energetischen Verwertung genutzt werden können und als geringer Schirm eine **positive Wirkung auf die Zielbaumart** ausüben. Dem negativen „Jalousie“-Effekt wird ebenso entgegengewirkt. Mögliche Baumarten können Pappeln, Weiden oder Lärchen sein.





Bestandeserschließung 4

Die Bringung des Holzes gibt die notwendigen Kriterien für eine korrekte Bestandeserschließung vor.



Skizze für Anlage der Rückegassen

Eine **Skizze der Bestandeserschließung** gibt Orientierung beim Auszeichnen und erleichtert den eingesetzten Maschinenführern das Abarbeiten der Fläche. **Im Blankett** eingezeichnete Gassen geben dem nachfolgenden Wirtschaftler Auskunft über bestehende Erschließung.

Bereits die **Anlage** entscheidet darüber, ob eine Rückegasse nutzbar ist und bleibt. Folgende Hinweise sind zu beachten:

- nach Möglichkeit beidseitigen Anschluss herstellen (Rundkurs)
- deutliche Markierung des Gassenverlaufs
- Anlage in Falllinie; Längsneigung bei Lastfahrt bergab nicht über 30 %, bergauf nicht über 15 %
- Querneigung bei Leerfahrt nicht über 20 %, bei Lastfahrt nicht über 10 %
- Gassensystem anhand der Fahrwege planen, möglichst einfacher und klarer Aufbau
- Erschließung hinter der Fläche liegender Bestände mit einbeziehen
- Breite 4 m
- Aufweiten der Einmündung bei Langholzurückung

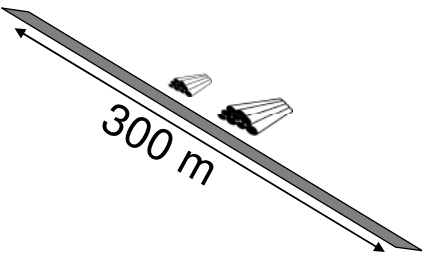
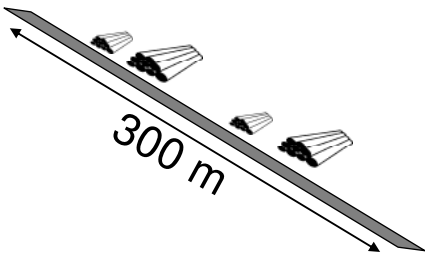
Rückung ist schwächstes Glied

Neuanlage von Rückegassen



Waldbau und Waldarbeit



<p>Erschließung bei Pflegepfaden beginnen</p>	<p>Der Bodenschutz kann nicht allein durch richtige Erschließung verwirklicht werden, es stehen auch waldbauliche Instrumente zur Verfügung, die genutzt werden sollten.</p> <p>In Laubholzdickungen ohne übernommenem Gassennetz sind Pflegepfade anzulegen. Dabei sollten bereits die oben genannten Hinweise zur Rückegassenanlage berücksichtigt werden. Der Abstand der Pfade sollte demnach nicht 20 m, sondern 24 m sein.</p>
<p>Eingriffstärke beeinflusst die Gassennutzung</p>	<p>Maßgeblich für die Beanspruchung der Rückegassen ist unter anderem die Anzahl der Überfahrten.</p> <p>Bei Eingriffen von über 50 Efm /ha steigt die Zahl der Überfahrten je Gasse deutlich.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>300 m</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 250px; margin: 0 auto;"> <p>Für eine 300 m-Gasse werden bei einer Nutzungsmenge von 50 Efm/ha 3 Überfahrten benötigt.</p> </div> </div> <div style="text-align: center;">  <p>300 m</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 250px; margin: 0 auto;"> <p>Für eine 300 m-Gasse werden bei einer Nutzungsmenge von 80 Efm/ha Nutzung 6 Überfahrten benötigt.</p> </div> </div> </div>
<p>Bearbeitung der Fläche</p>	<p>Zur Reduktion der Eingriffstärke bieten sich folgende Instrumente an:</p> <ul style="list-style-type: none"> - beim ersten Eingriff die Gassenanlage durchführen und in den Zwischenfeldern nur wenige Z-Bäume von Bedrängern befreien - Erntemenge in zwei Eingriffen im Jahrzehnt realisieren
<p>Bodenschutz gilt auch für Brennholzwerber</p>	<p>Auf sensiblen Standorten muss die Bringung von Energie- und Brennholzsortimenten zu Gunsten der Befahrungsreduktion unterbleiben.</p> <p>Eine vorhandene Reisigmatte auf der Gasse darf nicht der energetischen Verwertung zugeführt werden.</p>
	<p>Durch die vorgenannten Maßnahmen erhöhen sich die Erntekosten geringfügig! Jedoch sind positive Effekte für den Boden in die Gesamtkalkulation der Holzernte mit einzubeziehen.</p>

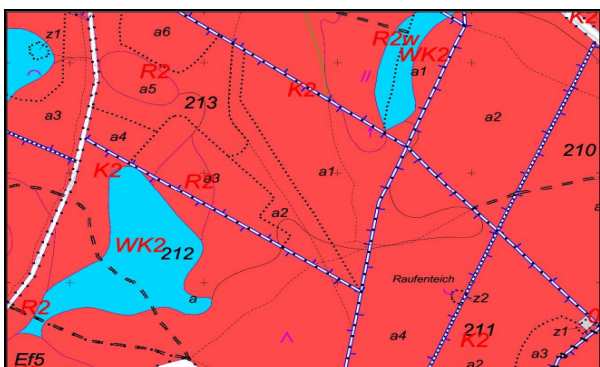


IV

Arbeitsorganisation

Die Beanspruchung der Rückegassen bei der Befahrung mit Forstspezialmaschinen ist stark von den **Standortsverhältnissen** und der Witterung abhängig.

Entsprechend der Erlasslage sind bei der Abarbeitung der Jahrespläne **Arbeitsblöcke zu bilden**. Bei der Vorbereitung solcher Blöcke sollten aber die unterschiedlichen Standortsverhältnisse im Revier berücksichtigt werden. Für problematische Flächen mit der Tendenz zur Vernässung müssen **im Vorfeld Ausweichflächen** bereitstehen.



Die Standortskarte kann bei der Wahl von Ausweichflächen helfen.

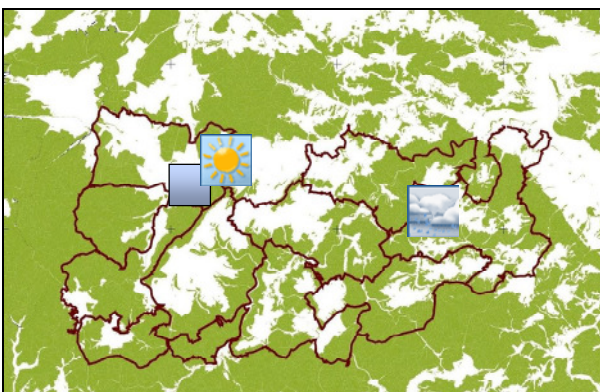
Blockbildung im Revier

Vorbereitung von Flächen

langfristige Planung für Problemstandorte

Die **Vorarbeiten** für die hochmechanisierte Holzernte auf schwierigen Flächen muss **langfristig** geschehen, um auf enge Zeiträume mit günstigen Bedingungen schnell reagieren zu können.

In zahlreichen Forstämtern bewährt sich bereits die revierübergreifende Verlagerung von Einschlagskapazitäten in Abhängigkeit von der Witterung.



In den Forstämtern kann durch die Vielfalt der Standorte auf ungünstige Bodenverhältnisse reagiert werden.

Blockbildung im Forstamtsbereich



Technische Maßnahmen

V

Traktion ist Voraussetzung

Mit dem Verlust der technischen Befahrbarkeit muss gerechnet werden, wenn **Traktionsprobleme (Schlupf)** auftreten. **Vernässung** des Feinerschließungssystems und **Hangabtriebskraft** sind die wichtigsten Ursachen für das **Durchdrehen der Räder**.

Mindeststandards für Forstmaschinen

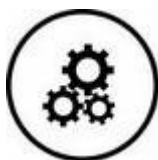
Zur **Erhöhung der Traktion** stehen folgende Instrumente zur Verfügung:

- Antriebs- und Gewichtsverteilung auf mehrere Achsen
- Lastschaltgetriebe
- Niederquerschnitts-Niederdruck-Breitreifen
- ausreichende Reifenprofile
- Traktionsbänder



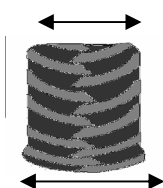
Gewichtsverteilung auf **mehrere Achsen**:

Je höher die Anzahl der Kraft übertragenden Achsen, desto höher die Traktion (Allrad-Prinzip).



Lastschaltgetriebe:

Ohne Lastschaltgetriebe oder hydrostatischen Antrieb wird beim Schalten der Kraftfluss unterbrochen. Es kommt am Hang beim Wiedereinkuppeln oftmals zum Traktionsverlust.



Reifeninnendruck und Aufstandsfläche:

Durch geringeren Reifendruck **vergrößert** sich die **Kontaktfläche** und das Anpassungsvermögen an den Untergrund. Positiver Nebeneffekt ist eine **höhere Lebensdauer** des Reifens.



Traktionshilfsmittel:

Neben ausreichenden Reifenprofilen erhöhen **Gleitschutzketten** die Haftung.

Die Verbindung zweier Räder der Bogieachse mittels eines **Stahl-gliederbandes** vergrößert die Aufstandsfläche und erhöht die Traktion durch aufgeschweißte Stollen deutlich. Die Bänder erzielen bei richtiger Verwendung einen deutlichen Bodenschutz-Effekt. Die größere **Belastung von Wegen**, höherer **Treibstoffverbrauch** und hohe **Anschaffungskosten** machen die Rückung mit so ausgestatteten Maschinen aber teurer.



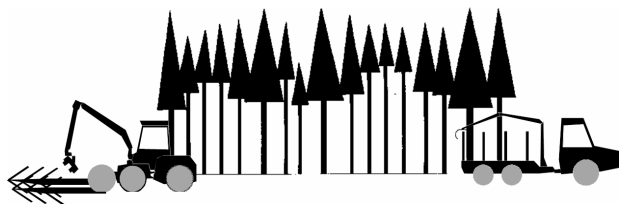
THÜRINGENFORST

Bodenschutz und Holzernte

Überblick bodenschonender Holzernteverfahren

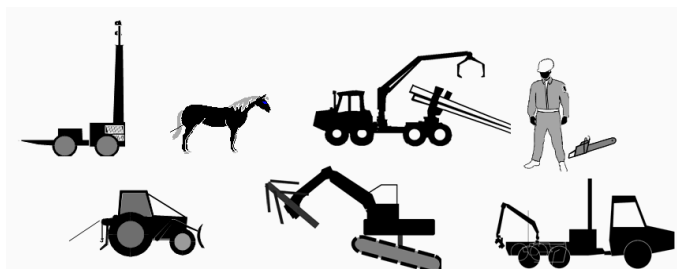
VI

Auf dem Großteil der Waldflächen in Thüringen kann unter der Beachtung vorgenannter Hinweise **bodenschonend und effektiv** mit Harvester und Forwarder gearbeitet werden.



Standardverfahren nur auf Standardflächen

Für Flächen, die **nicht dem Standard** entsprechen (Vernässung, Übergangsgelände, unsystematische Erschließung, etc), müssen angepasste Lösungen gefunden werden.
Ein Standardverfahren kann nur modifiziert eingesetzt werden.



besondere Verfahren auf besonderen Flächen

Bei der Auswahl des Arbeitsverfahrens ist der **Bodenschutz** ein **wichtiges Kriterium**.

Das beste Verfahren ist nicht immer das günstigste.



Im Rahmen eines **Forschungsprojektes der FH Erfurt** wurde eine Übersicht verschiedener Holzernteverfahren erstellt mit besonderer Beachtung des Verfahrens der Traktionsseilwinde am Forwarder im Hangübergangsgelände.

Dokumentation von 19 Holzernteverfahren

Ein Ergebnis der Forschungsarbeit ist die Verfahrensübersicht auf den folgenden Seiten 14 und 15.



THÜRINGENFORST

Überblick bodenschonender Holzernteverfahren –

DVD: Holzernte in mittelsteilen Hanglagen (BHD bis 35 cm)

berücksichtigte Holzernteverfahren im Hang- und Hangübergangsgelände	Hangneigung (%) (mittlere) von bis	Hanglänge von bis (m)	Erschließung					Nadelholz		
			Waldstraße	Maschinenweg	Rückegasse	Arbeitsfeldbreite (m)	Ankerbäume	bis BHD 30 cm	BHD 30-50 cm	BHD > 50 cm
Harvester-Forwarder (20m) bergab	0 35	-	-	x	x	20	-	x	x	-
Motorsäge-Harvester-Forwarder (40m) bergab	0 35	-	-	x	x	30 ^{*3} 45	-	x	x	-
Harvester(Hang) - Forwarder(Traktionswinde) (20m)	35 50	50 250*	-	x	x	20	x	x	x	-
Motorsäge-Harvester(Hang)- Forwarder(Traktionswinde) (40m)	35 50	50 250*	-	x	x	30 45	x	x	x	-
Harvester(Hang)-Motorsäge- Bodenlaufwagen-Prozessor*2 (30m)	35 50	100 300*	-	x	x	30 45	x	-	x	-
Harvester mit Klemmbank (20m) bergab	35 50	-	-	x	x	20	-	x	x	-
Motorsäge-Kranseilschlepper-Prozessor- (Forwarder) (100m)	0 100	40 100	-	x	-	-	-	x	x	-
Motorsäge-Yarder-Forwarder*2 (250m)	35 100	40 250	-	x	-	30	-	-	x	-
Motorsäge-Kurzstreckenseilkran- Seilschlepper-Proz. -(Forw.) (30m)	35 100	100 300*	-	x	-	30	x	x	-	-
Motorsäge-Longstreckenseilkran- Kranseilschl.-Proz.-(Forwarder) (30m)	35 100	100 1000*	x	-	-	30	x	-	x	-
Motorsäge-Baggerseilkran- Kranseilschlepper -Proz.-(Forw.) (30m)	35 100	100 500*	-	x	-	30	o	x	x	-
Motorsäge-Gebirgsharvester (30m)	35 100	150 1000*	x	-	-	30	x	x	x	-
Motorsäge-Selbstfahrender Laufwagen- Kranseilschlepper-Proz.-(Forw.) (30m)	35 100	150 1000*	-	x	-	30	x	x	o	-

* je nach Länge des Traktions- bzw. Trageiles und der Erschließungssituation ^{*3} nur bei vorhandenem 30-m-Arbeitsfeld

Bodenschonende Holzernte

VI

Laubholz			Bestandesschäden	Bodenbelastung	Arbeitsbelastung	Unfallgefahr	Holzerntekosten in €/Efm				
bis BHD 30 cm	BHD 30-50 cm	BHD > 50 cm					Hangneigung 35-50% Mindestkosten (oben) und Kosten inkl. aller Zuschläge (unten)				
							mittl. BHD ausscheid. Bestand				
							17 cm	20 cm	25 cm	30 cm	>35 cm
x	o	-					24,1	19,5	17,5	15,3	13,8
							28,8	23,4	21,2	18,5	16,8
x	o	-					30,2	23,8	20,5	18,3	16,3
							37,4	29,4	25,4	22,5	20,2
x	o	-					27,7	22,3	20,1	18,2	16,6
							33,3	26,9	24,5	22,2	20,4
x	o	-					32,5	25,5	22,0	20,2	18,2
							40,3	31,6	27,3	25,0	22,5
x	-	-					43,8	34,1	29,1	27,1	23,8
							49,8	40,1	35,1	33,1	29,8
x	-	-					27,0	22,5	20,8	19,3	16,9
							41,8	35,8	33,5	31,6	28,4
x	-	-					38,3	30,0	24,4	20,2	16,5
							49,1	40,0	33,8	29,0	24,9
x	-	-					57,2	46,3	38,5	33,0	27,6
							67,8	56,1	47,8	41,8	36,0
x	-	-					54,4	43,6	36,0	33,1	32,9
							65,0	53,5	45,4	42,2	41,8
x	-	-					64,3	54,2	45,7	40,7	36,9
							75,2	64,5	55,4	49,9	45,9
x	-	-					54,8	42,5	34,9	30,4	26,5
							68,7	55,6	47,5	42,5	38,3
x	-	-					35,5	31,4	29,7	28,3	25,9
							44,4	39,9	38,0	36,5	33,8
x	-	-					62,7	51,9	44,0	38,6	33,1
							73,6	62,0	53,7	47,8	41,9

(x) anwendbar oder notwend., (o) bedingt, (-) nicht notwendig oder sinnvoll anwendb.

Legende der Belastungen, Schäden und Gefahr

sehr hoch
mittel
sehr gering



THÜRINGENFORST

Überblick bodenschonender Holzernteverfahren –

DVD: Holzernte in mittelsteilen Hanglagen (BHD über 35 cm)

berücksichtigte Holzernteverfahren im Hang- und Hangübergangsgelände	Hangneigung (%) (mittlere) von bis	Hanglänge von bis (m)	Erschließung					Nadelholz		
			Waldstraße	Maschinenweg	Rückegasse	Arbeitsfeld- breite (m)	Ankerbäume	bis BHD 30 cm	BHD 30-50 cm	BHD > 50 cm
Motorsäge - Forwarder (Traktionswinde) (40m)	35	50	-	x	x	30,0	x	-	x	x
	50	250*	-	x	x	45,0	x	-	x	x
Motorsäge-Kranseilschlepper (100m)	0	40	-	x	-	-	-	-	x	x
	100	100	-	x	-	-	-	-	x	x
Motorsäge-Yarder * ² (250m)	35	40	-	x	-	30	-	-	o	x
	100	250	-	x	-	30	-	-	o	x
Motorsäge-Langstreckenseilkran- Kranseilschlepper (30m)	35	100	x	-	-	30	x	-	o	x
	100	300*	x	-	-	30	x	-	o	x
Motorsäge-Baggerseilkran- Kranseilschlepper (30m)	35	100	-	x	-	30	o	-	o	x
	100	600*	-	x	-	30	o	-	o	x
Motorsäge-Selbstfahrender Laufwagen- Kranseilschlepper (30m)	35	100	-	x	-	30	x	-	o	x
	100	1000*	-	x	-	30	x	-	o	x

* je nach Länge des Traktions- bzw. Tragseiles und der Erschließungssituation

(x) anwendbar oder notwendig

*² Arbeitsverfahren im Test, Angaben unter Vorbehalt

Aus den Ergebnissen des Forschungsprojektes: „Entwicklung eines innovativen Holzrückeverfahrens für mittelsteile Hanglagen“ (KF 046 0001 UK7)

Das Projekt wurde im Rahmen des Förderprogrammes PROINNO II, eines Programmes des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) zur Erhöhung der Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen, unterstützt.

Bodenschonende Holzernte

VI

Laubholz			Bestandesschäden	Bodenbelastung	Arbeitsbelastung	Unfallgefahr	Holzertekosten in €/Efm				
bis BHD 30 cm	BHD 30-50 cm	BHD > 50 cm					Hangneigung 35-50% Mindestkosten (oben) und Kosten inkl. aller Zuschläge (unten)				
							mittl. BHD ausscheid. Bestand				
							>35	40 cm	45 cm	50 cm	>60
-	x	x					25,1	21,6	19,4	18,3	17,0
							29,0	25,0	22,5	21,2	19,8
-	x	x					16,9	16,1	14,7	14,1	13,5
							19,5	18,6	17,0	16,4	15,8
-	x	x					27,6	26,1	24,2	22,7	22,0
							34,0	32,6	30,6	29,1	28,4
-	x	x					43,0	39,7	37,5	35,7	33,1
							49,6	45,6	43,0	41,0	37,9
-	x	x					40,2	38,4	36,1	34,3	31,6
							45,7	43,6	41,0	38,9	35,7
-	x	x					39,5	37,5	35,0	33,1	29,2
							45,1	42,7	39,9	37,7	33,1

(o) bedingt, (-) nicht notwendig oder sinnvoll anwendb.

Legende der Belastungen, Schäden und Gefahr

sehr hoch
mittel
sehr gering

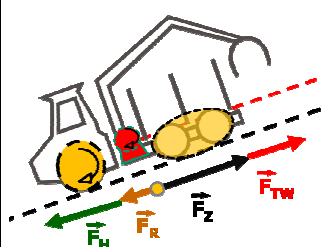




VII

Traktionshilfswinde am Forwarder 1

Traktionshilfsseilwinde an Forwardern



Mit zunehmender Hangneigung entsteht ein **Zugkraftdefizit** des Maschinensystems:

- die Folge ist **erhöhter Schlupf** an den Rädern/Bändern
- ab 20% Schlupf kommt es zu **gravierenden Bodenschäden**
- bei über 50% wird die maximal ohne Hilfsseil realisierbare Zugkraft und damit auch (techn. überwindbare) Hangneigung erreicht



Eine **Traktionshilfsseilwinde** unterstützt die gesamte Zug- und Bremskraft des Forwarders und ermöglicht eine **Bodenpflegliche Befahrung bei minimiertem Schlupf** im Hangübergangsgelände.

maximales

und

minimales

Einsatzspektrum

Maximalneigung im Einsatz \triangleq Sicherheitsanforderung

Solange auf der Rückegasse die eigenständige Abbremsbarkeit und ein stabiler Stand der Maschine – unter den aktuellen Bedingungen – auch ohne Hilfsseil gegeben ist.

Minimalneigung im Einsatz \triangleq Anforderungen Bodenpfleglichkeit

Wenn trotz technischer Maßnahmen bei der Befahrung temporär Schlupfprozente von 20 überschritten werden.

Grenzneigungen sind standorts- und witterungsabhängig

Befahrungsbedingungen:	schlecht (nass, rutschig): < 35 % Hangneigung
	normal: 35% bis 50% mittlere Hangneigung
	gut (trocken, tragfest): teilw. > 50% Hangneigung

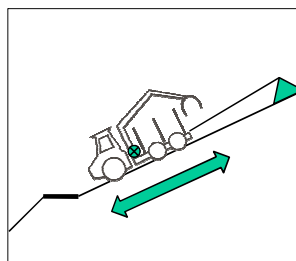
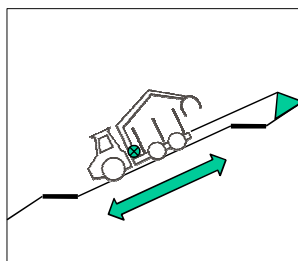
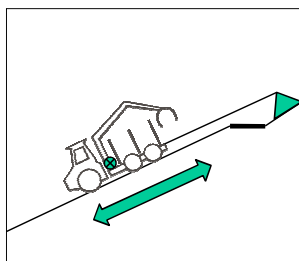


VII

Traktionshilfswinde am Forwarder 2

Anforderung an die Erschließung:

- systematische **Hangerschließung** mit Rückegassen in **Falllinie**
- **Anschluss** der Rückegasse (oben und/oder unten) an einen Weg – optimaler Weise im Abstand der Traktionsseillänge minus 20 m (ansonsten Umhängen mit Leistungsabfall und Mehrkosten)
- **Anschlagpunkt** (Baum) für das Hilfseil, mittig über dem RG-Ende und in ausreichender Dimension (BHD > 45 cm)

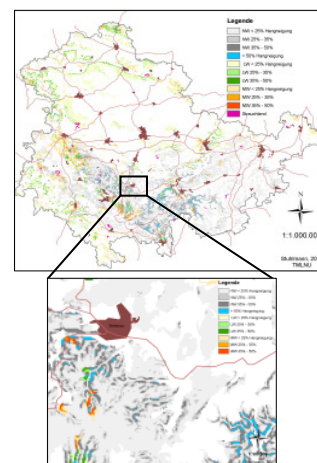


Erschließungsvarianten beim Einsatz der Traktionshilfswinde

potenzieller Bedarf an Forwardern mit Traktionswinde in Thüringen:

Hiebsatz 06:	5,8 Efm/a*ha	Rückung/MAS:	8 Efm/ MAS
Einsatz:	2000 MAS/a	Jahresleistung:	16000 Efm/a
Forwarderquote	Nadelwald 60 % Mischwald: 40% Laubwald: 30 %		

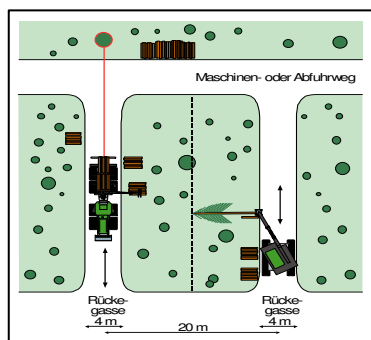
Bestockung und Hangneigung	Waldfläche Thüringen	
	absolut in ha	relativ in %
Wald 25 - 34%	69.000	12,8
Wald 35 - 34%	48.500	9
Nadelw. 35 - 50 %	28.500	5,3
Mischw. 35 - 50 %	5.900	1,1
Laubw. 35 - 50 %	14.100	2,6
Wald ≥ 50 %	8.400	1,6
pot. Maschinenbedarf	35 - 50 % = 8,6 Stück	





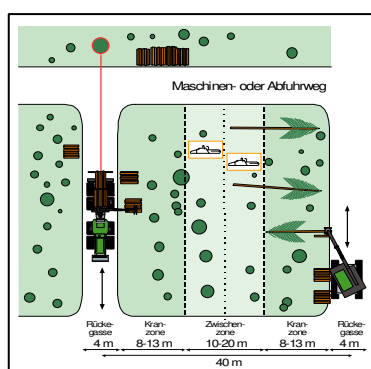
Traktionshilfswinde am Forwarder 3

hangtauglicher Harvester –
–
Forwarder mit
Traktionsseilwinde
(24 m)



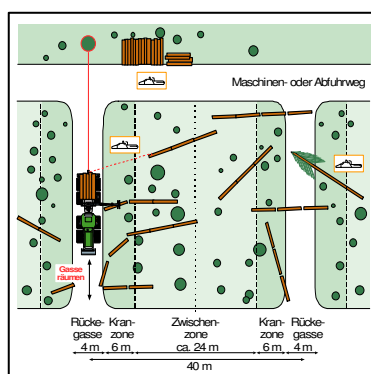
Vollmechanisiertes Sortimentsverfahren mit Fällen, Vorrücken und Aufarbeiten durch **hangtauglichen Harvester** und Rückung durch **Forwarder mit Traktionshilfseilwinde**; Arbeitsfeldbreite mind. 20 m.

Motorsägenführer –
hangtauglicher
Harvester –
Forwarder mit
Traktionsseilwinde
(45 m)



Hochmechanisiertes Sortimentsverfahren mit **motormanuellem Zufällen** in der Kranzwischenzone;
Fällen, Vorrücken, Aufarbeiten durch **hangtauglichen Harvester** und Rückung durch Forwarder mit Traktionshilfseilwinde (F_{TW}); Arbeitsfeldbreite 45m

Motorsägenführer –
Forwarder mit
Traktionsseilwinde
(45 m)



Hochmechanisiertes Sortimentsverfahren mit **motormanueller** Fällung und Aufarbeitung (**MS**) von Sortimenten im Forwarderkranbereich – und **Mehrfachlängen** außerhalb des Kranbereiches; integriertes Kranvorrücken der Mehrfachlängen mit motormanueller Aufarbeitung und anschließender Rückung durch **Forwarder mit Traktionshilfseilwinde**; optionale Nutzung einer **zusätzlichen Forstrückewinde** am Forwarder zum Vorrücken; Arbeitsfeldbreite 45 m



Praxisbezug 1

VIII

Für die Durchführung einer Erntemaßnahme ist der **Revierleiter** als örtlicher Wirtschaftler verantwortlich.

Dies entbindet jedoch die **Maschinenführer** nicht von ihrer Pflicht zum sorgsamem Umgang mit dem Gut Boden.

Nur durch die **Kommunikation** vor, während und in Nachbereitung der Maßnahme ist die Verhinderung von Bodenschäden möglich.

Verantwortung

Als unterstützendes Element enthalten die **Arbeitsauftragsbegleitblätter** des Maschinenstützpunkts seit dem Frühjahr 2008 Felder zur Ansprache der Feinerschließungssituation vor und nach dem Befahren.

Begehungsprotokoll vor der Maßnahme		ja	Gassennetz vorhanden?		ja
Holzlagermöglichkeiten ausreichend vorhanden ?	<input type="radio"/>		Zustand der Gassen:		Flächenanteil
Karte vorhanden/Rückrichtungen und -wege geklärt ?	<input type="radio"/>		Fährspuren bis 30cm		<10% 0-50% >50%
Auszeichnung des Bestandes entsprechend Regelung erfolgt ?	<input type="radio"/>		Fährspuren bis 60cm		<10% 0-50% >50%
Alle relevanten Besonderheiten erfaßt ?	<input type="radio"/>		Fährspuren über 60cm		<10% 0-50% >50%
Nächster Rettungspunkt bekannt und in Karte eingetragen ?	<input type="radio"/>				

Abschluß- und Übergabeprotokoll für Einschlagsmaßnahme:					
Folgende Mengen LAS/IS lt. Harvesterprotokoll werden gerückt frei Waldstraße übergeben (Ausdruck Harvester als Anlage)		Zustand der Rückegassen (Technische Befahrbarkeit)		Überprüfung der Preisrelevanten	
Sortiment	Menge in Fm	Fährspurtiefe	%/lfm Gasse in 10er Schritten	Tatsächlicher BHD (cm) des ausscheidenden	
		bis 30 cm		Nachweise über Probemessungen Harvester	
		technisch i. O.		Gemessene und mengengewichtete Hangneigung	
		30-60 cm		Tatsächliche mengengewichtete Rückeentfernung	
		techn. Grenzbereich		Der Revierleiter und das Team mit	
		über 60 cm		aktuellen Kalkulationsgrundlage	
		techn. Befahrbarkeit		Harvester:	
		eingeschränkt		Hinweise des Revierleiters zur Ver	
Bemerkungen zur Rückegasse:					
Abbruch/Unterbrechung:					
Umsetzung notwendig?: Stillstand?: Arbeitstage					
Der Auftrag wurde ordnungsgemäß abgearbeitet. Entstandene Schäden am				Unterschriften mit Erklärung der	

Vorbereitung

Nachbereitung

Unterbrechung

Die **Unterbrechung** der Maßnahme verteuert den Maschinen-Einsatz durch:

- höhere Anzahl der **Umsetzungen**
- höhere Belastung der MAS durch **Fixkosten**
- **Lohnfortzahlung** an die Maschinenführer
- Einbußen im Holzverkauf durch **nicht termingerechte Lieferung**

Kosten



Praxisbezug 2

VIII

Akteure des
Bodenschonenden
Maschineneinsatzes

Die Anforderungen des bodenschonenden Maschineneinsatzes müssen gleichermaßen für **Revierleiter, die landeseigenen Maschinen** und **Forstliche Lohnunternehmer** gelten.

Abreden mit dem **Lohnunternehmer** über den Verlauf des Einsatzes, mögliche Unterbrechungen und das Vorhalten technischer Voraussetzung zur bodenschonenden Holzernte müssen **vor Beginn der Arbeiten** getroffen werden.

vertragliche
Vereinbarung

In den **Ausschreibungsunterlagen** für die Vergabe von Forstbetriebsarbeiten ist folgender Passus unter Pkt. 2. (Bedingungen) aufzunehmen:

Bei der Preiskalkulation sind neben den bekannten Größen (z. B. Stückmasse, Rückeentfernung, Hangneigung, Sortimenten....) die Unterbrechung der Maßnahme im Sinne eines Risikos zu berücksichtigen.

Der Auftraggeber behält sich die Unterbrechung der Arbeiten (insbesondere in Folge von zu großer Bodenfeuchte oder fehlendem Frost) vor, ohne dass Sanktionen fällig werden oder beim Auftragnehmer ein Anspruch auf Abstandszahlungen entsteht.

Nach Abbruch der Maßnahme ist der Auftragnehmer berechtigt, andere Aufträge anzunehmen und eine Teilabrechnung zu verlangen. Zum Zeitpunkt der möglichen Wiederaufnahme der Arbeiten ist zuerst dem Auftragnehmer der Auftrag anzubieten, bevor anderweitig vergeben wird.

Unterbrechung bedarf der
Schriftform

Die **schriftliche Fixierung** einer Unterbrechung wird als Vordruck dem **Holzerntekompendium** beigelegt. Sie wird dem Unternehmer vor Ort durch den Revierleiter zur **Unterschrift** vorgelegt.

Anzeige der Unterbrechung des Maschineneinsatzes		
Forstamt:	Revier:	FWJ:
Hiebsort:	Arbeitsauftrag Nr.:	
<p>Der laufende Maschineneinsatz unter oben genannter Auftragsnummer ist mit sofortiger Wirkung aus folgendem Grund zu unterbrechen:</p> <p>(Beispiel) <i>kritische Festschüttung aufgrund zu großer Feuchtigkeit</i></p> <p><i>eingetreten, bzw. zu befürchten</i></p> <p>Es gelten die Bedingungen des Pkt. 2 der Ausschreibungsunterlagen. Über eine Fortführung der Arbeiten wird am entschieden.</p> <p>Auftraggeber Auftragnehmer</p> <p>Datum/Unterschrift Datum/Unterschrift</p>		

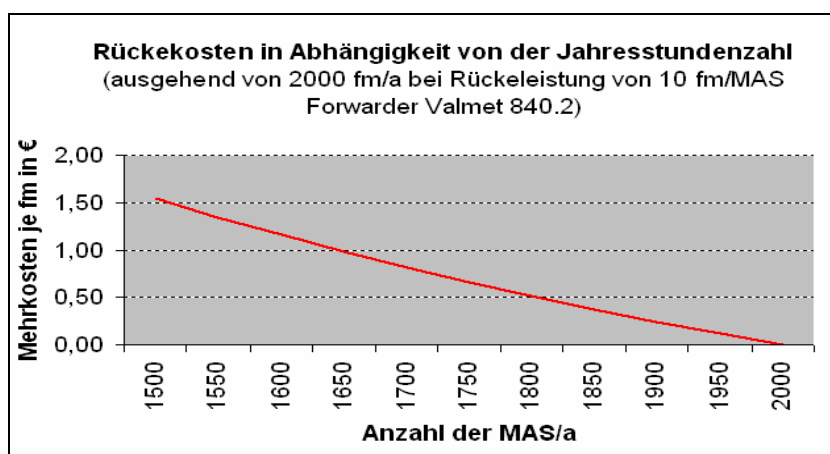


Praxisbezug 3

VIII

Ausfallzeiten durch witterungsbedingte Unterbrechung wirken sich auf die Höhe der Maschinenkosten aus. Unvermeidbare **Fixkosten** werden auf eine **geringere Anzahl MAS/Jahr** (Maschinenarbeitsstunden) umgelegt.

Aus den Erfahrungen beim Einsatz **landeseigener Forstmaschinen** lässt sich ableiten, wie sich die Festmeterkosten verhalten, wenn die Jahresleistung der Maschine sinkt.



**Mehrkosten für das Risiko
der Unterbrechung**

Geht man von einer Stillstandszeit von 200 MAS im Jahr aus, erhöhen sich die Festmeterkosten um **0,50 €**. Hinzu kommen schwer kalkulierbare Umsetzungen.

**Erhöhung der
Festmeterkosten**

In die **Kalkulationsgrundlagen der Forstverwaltung** zur Ermittlung der Ernte und Rückepreise fließen die genannten Überlegungen zum Bodenschutz ein. Auf **außergewöhnliche Schwierigkeiten** bei der Holzbringung kann der Forstamtleiter bereits heute mit der Vergabe von Zuschlägen reagieren. Erschwernisse für die Rückung (z. B. das Fahren mit weniger Beladung, gebrochene Rückeverfahren oder vorgegebene Fahrtrichtungen) können so vergütet werden.

Zuschlag für Erschwernisse



Fazit

IX

gemeinsamer
Handlungsansatz

Die **Schutzwürdigkeit des Bodens** ist von allen Akteuren der Holzernte als **wichtiges Handlungsprinzip** zu verinnerlichen.

Leistungen für den Bodenschutz müssen **in allen Bereichen** der Holzerntekette erbracht werden und dürfen nicht nur einzelne Glieder betreffen.

Voraussetzung ist das Bewusstsein, dass es sich bei dem Gut Boden um eine begrenzte Ressource handelt, deren Funktionen nur durch sorgsamen Umgang erhalten bleiben.

Perspektive

Die bodenschonende Holzernte ist in einer **stetigen Entwicklung** und **Verbesserung** begriffen. Alle hier genannten Hinweise erheben nicht den Anspruch, der „Weisheit letzter Schluss“ zu sein.

Die Optimierung von bewährter und die Entwicklung neuer Technik kann nur auf **Grund von Erfahrungen in der Praxis** erfolgen. Daher sind die örtlichen Wirtschaftler aufgerufen, sich an den Überlegungen zur bodenschonenden Holzernte zu beteiligen.

Die vorliegende Broschüre möchte Hilfestellungen bei der Holzernte geben, kann jedoch den **gesunden Menschenverstand** der Handelnden vor Ort nicht ersetzen.



Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Druckschrift dem Empfänger zugegangen ist. Den Parteien ist es jedoch gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Impressum

Herausgeber: Thüringer Ministerium für Landwirtschaft,
Naturschutz und Umwelt (TMLNU)
- Presse, Öffentlichkeitsarbeit -
Beethovenstraße 3
99096 Erfurt
Telefon: 0361 37-99922
Telefax: 0361 37-99950
www.thueringen.de/tmlnu
poststelle@tmlnu.thueringen.de

Redaktion: TMLNU, Abteilung Forsten, Naturschutz, Ländlicher Raum

Fotos:

Titelblatt:	- Boden/Hand (TMLNU) - Detail Traktionsband (Forestree GmbH, Wien) - Yarder Rückebagger (TMLNU) - Buchenverjüngung (TMLNU)
Seite 2:	- Kiefernbestand Bad Berka (TMLNU)
Seite 5:	- Rückegassen (TMLNU)
Seite 7:	- Gassenmarkierung (TMLNU)
Seite 8:	- Gassen in Aufforstung (FoA Frauenwald) - Gasse Pappelbepflanzung (Mark Naumann, P&P)
Seite 16:	- Traktionswinde (C. Stuhlmann, FH Erfurt)
Seite 22:	- Fichtenverjüngung (TMLNU)

Druck: JVA Hohenleuben;
Auflage 500 Stk.

Erfurt, September 2008



THÜRINGEN**FORST**